



JP11229849    Biblio    Page 1    Drawing

esp@cenet

**LEAN BURN INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

Patent Number: JP11229849  
Publication date: 1999-08-24  
Inventor(s): OKADA KOJIRO; DOUGAHARA TAKASHI; TAMURA YASUKI  
Applicant(s): MITSUBISHI MOTORS CORP  
Requested Patent: ☐ JP11229849  
Application Number: JP19980028476 19980210  
Priority Number(s):  
IPC Classification: F01N3/08; F01N3/08; F01N3/20; F01N3/24; F01N3/24; F02D41/02  
EC Classification:  
Equivalents:

**Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To surely reduce the discharge amount of NOx into the atmosphere and to improve fuel consumption by expanding the lean operation range through accurate understanding of the deterioration state of the occlusion type NOx catalyst.

**SOLUTION:** Occlusion type NOx catalyst 6A which occludes NOx in oxidation atmosphere and which discharges NOx in reduction atmosphere is provided in the exhaust passage. Also, a NOx sensor 10 for detecting NOx concentration is provided downstream of the occlusion type NOx catalyst 6A. The atmosphere of the occlusion type NOx catalyst 6A is controllable by atmosphere adjustment means 23. The NOx concentration downstream of the occlusion type NOx catalyst 6A when atmosphere adjustment means 23 adjusts the atmosphere of the occlusion type NOx catalyst 6A to reduction atmosphere is detected by the NOx sensor 10. Then, the deterioration state of the occlusion type NOx catalyst 6A is determined by deterioration determination means 22 based on the output value of the NOx sensor 10.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

特開平11-229849

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月24日

(51) IntCl. <sup>4</sup>	識別記号	F I		
F 0 1 N 3/08	Z A B	F 0 1 N 3/08	Z A B A	
			B	
3/20	Z A B	3/20	Z A B C	
3/24		3/24	R	
	Z A B		Z A B E	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平10-28476

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月10日

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区芝五丁目33番 8号

(72) 発明者 岡田 公二郎

東京都港区芝五丁目33番 8号 三菱自動車工業株式会社内

(72) 発明者 笠ヶ原 隆

東京都港区芝五丁目33番 8号 三菱自動車工業株式会社内

(72) 発明者 田村 保樹

東京都港区芝五丁目33番 8号 三菱自動車工業株式会社内

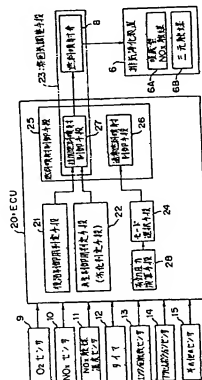
(74) 代理人 弁理士 真田 有

(54) 【発明の名称】 希薄燃焼内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 希薄燃焼内燃機関に關し、吸蔵型 NO<sub>x</sub> 触媒の劣化状態を正確に把握することにより、NO<sub>x</sub> の大気中への放出量の確実な低減と、リーン運転領域の拡大による燃費の向上とを可能とする。

【解決手段】 酸化雰囲気では NO<sub>x</sub> を吸蔵し還元雰囲気においては NO<sub>x</sub> を放出する吸蔵型 NO<sub>x</sub> 触媒 6A を排気通路に設ける。また、吸蔵型 NO<sub>x</sub> 触媒 6A の下流には NO<sub>x</sub> 濃度を検出する NO<sub>x</sub> センサ 10 を設ける。吸蔵型 NO<sub>x</sub> 触媒 6A の周囲雰囲気は、雰囲気調整手段 23 により調整可能であり、雰囲気調整手段 23 が吸蔵型 NO<sub>x</sub> 触媒 6A の周囲雰囲気を変え還元雰囲気に調整したときの吸蔵型 NO<sub>x</sub> 触媒 6A 下流の NO<sub>x</sub> 濃度を NO<sub>x</sub> センサ 10 により検出する。そして、NO<sub>x</sub> センサ 10 の出力値に基づいて劣化判定手段 22 により吸蔵型 NO<sub>x</sub> 触媒 6A の劣化状態を判定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 排気通路内を酸化雰囲気とする希薄燃焼可能な内燃機関において、

該排気通路に設けられ酸化雰囲気にて  $\text{NO}_x$  を吸蔵し還元雰囲気にて  $\text{NO}_x$  を放出する吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒と、該吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒の下流に設けられ  $\text{NO}_x$  濃度を検出する  $\text{NO}_x$  センサと、

該吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒の周囲雰囲気調整する雰囲気調整手段と、

該雰囲気調整手段が該吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気としたときに該  $\text{NO}_x$  センサの出力値に基づいて該吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒の劣化状態を判定する劣化判定手段とをそなえたことを特徴とする、希薄燃焼内燃機関。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒をそなえた希薄燃焼可能な内燃機関に関し、特に、かかる吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒の劣化を検出することができる、希薄燃焼内燃機関に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 現在、排ガス中の酸素が過剰になる酸素過剰雰囲気でも  $\text{NO}_x$  が浄化できる  $\text{NO}_x$  触媒が開発されており、希薄燃焼内燃機関においては、この  $\text{NO}_x$  触媒を設けることで希薄燃焼時の  $\text{NO}_x$  を浄化するようにしている。この  $\text{NO}_x$  触媒としては、 $\text{NO}_x$  を触媒上に吸蔵させることにより排ガス中の  $\text{NO}_x$  を浄化する吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒（トラップ型  $\text{NO}_x$  触媒）が開発されている。この吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒は、酸化雰囲気、即ち、酸素濃度過剰雰囲気では、排ガス中の  $\text{NO}$  を酸化させて硝酸塩を生成し、これにより  $\text{NO}_x$  を吸蔵する一方、還元雰囲気、即ち、酸素濃度が低下した雰囲気では、 $\text{NO}_x$  触媒に吸蔵した硝酸塩と排ガス中の  $\text{CO}$  とを反応させて炭酸塩を生成し、これにより  $\text{NO}_x$  を放出、分解する機能を有する。もちろん、吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒の  $\text{NO}_x$  吸蔵量には限度がある。そこで、例えば、適宜の時間間隔で  $\text{NO}_x$  触媒の周囲雰囲気を還元雰囲気としてやることにより、触媒上に吸蔵した  $\text{NO}_x$  を放出することができる。これにより、 $\text{NO}_x$  触媒による  $\text{NO}_x$  吸蔵性能を確保して、希薄燃焼運転時において排ガス中の  $\text{NO}_x$  を浄化することができるようになるのである。

【0003】 なお、このように吸蔵した  $\text{NO}_x$  を放出して、吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒の  $\text{NO}_x$  吸蔵量を再び増加させる操作を「復活」と称する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、燃料や潤滑油内には、イオウ成分（S 成分）が含まれており、このため、排ガス中にもこのようなイオウ成分が含まれている。 $\text{NO}_x$  触媒では、希薄燃焼運転時の酸素濃度過剰雰囲気では  $\text{NO}_x$  を吸蔵するとともに、このようなイオウ成

分も吸蔵する。つまり、イオウ成分は燃焼し、更に  $\text{NO}_x$  触媒上で酸化されて  $\text{SO}_2$  になる。そして、この  $\text{SO}_2$  の一部は  $\text{NO}_x$  触媒上でさらに  $\text{NO}_x$  用の吸蔵剤と反応して硫酸塩となつて、 $\text{NO}_x$  触媒に吸蔵される。

【0005】 したがって、 $\text{NO}_x$  触媒には、硝酸塩と硫酸塩とが吸蔵されることになるが、硫酸塩は硝酸塩よりも塩としての安定度が高く、酸素濃度が低下した雰囲気とした場合でもその一部しか分解されないため、 $\text{NO}_x$  触媒に残留する硫酸塩の量は時間とともに増加するとともに、これを、S 被覆という。

【0006】 このように、劣化した  $\text{NO}_x$  触媒をそのまま使用し続けると、浄化されない排ガス中の  $\text{NO}_x$  がそのまま大気中に放出されることになる。したがって、S 被覆等による  $\text{NO}_x$  触媒の劣化を判定して、劣化した  $\text{NO}_x$  触媒は早期に交換や S 被覆からの回復（再生）等の処置を施す必要がある。このため、従来より、希薄燃焼内燃機関において  $\text{NO}_x$  触媒の劣化判定を可能にした技術が開発されており、例えば、特開平 7-208151 号公報には、 $\text{NO}_x$  触媒の下流側に  $\text{NO}_x$  センサをそなえ、酸素濃度が低下した雰囲気として  $\text{NO}_x$  を放出した後の希薄燃焼運転時の  $\text{NO}_x$  濃度を検出し、検出した  $\text{NO}_x$  濃度の時間的変化に基づいて  $\text{NO}_x$  触媒の劣化（例えば、S 被覆）を判定する技術が開示されている。

【0007】 この技術は、 $\text{NO}_x$  触媒の後流の  $\text{NO}_x$  濃度は  $\text{NO}_x$  触媒が飽和すると上昇し、かつ、その上昇速度は  $\text{NO}_x$  触媒の  $\text{NO}_x$  吸蔵容量が減少するほど、即ち、 $\text{NO}_x$  触媒の劣化が進むほど大きくなることに着目したものである。しかしながら、 $\text{NO}_x$  触媒から大気中に放出される  $\text{NO}_x$  濃度は、 $\text{NO}_x$  触媒が飽和状態近くなるまでは微小なまま変化が少なく、このような変化量の少ない  $\text{NO}_x$  濃度の時間的変化に基づいて劣化判定すると誤判定する虞が高い。また、逆に、 $\text{NO}_x$  濃度の差がはっきりと変化した時には、既に  $\text{NO}_x$  触媒が飽和状態近くなったときであり、この状態で  $\text{NO}_x$  触媒から大気中に大量の  $\text{NO}_x$  が放出されているという事態もありうる。

【0008】 本発明は、このような課題に臨み創案されたもので、吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒の劣化状態を正確に把握することにより、 $\text{NO}_x$  の大気中への放出量の確実な低減と、リーン運転領域の拡大による燃費の向上とを可能とした、希薄燃焼内燃機関を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 このため、本発明の希薄燃焼内燃機関では、排気通路に吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒が設けられており、この  $\text{NO}_x$  触媒は酸化雰囲気では  $\text{NO}_x$  を吸蔵し還元雰囲気においては  $\text{NO}_x$  を放出する。また、吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒の下流には  $\text{NO}_x$  濃度を検出できる  $\text{NO}_x$  センサが設けられている。吸蔵型  $\text{NO}_x$  触媒の周囲

昇回気は、昇回気調整手段により調整可能であり、昇回気調整手段が吸蔵型 $\text{NO}_x$ 触媒の周囲昇回気を還元昇回気に調整したときの $\text{NO}_x$ センサ出力値に基づいて劣化判定手段により吸蔵型 $\text{NO}_x$ 触媒の劣化状態を判定する。

【0010】これにより、 $\text{NO}_x$ 触媒の劣化状態を正確に把握することができ、 $\text{NO}_x$ の大気中への放出量の確実な低減と、リーン運転領域の拡大による燃費の向上とが可能となる。

【0011】

【発明の実施形態】以下、図面により、本発明の実施の形態について説明する。まず、本発明の一実施形態にかかる希薄燃焼内燃機関の構成の概要について説明すると、本希薄燃焼内燃機関は、図2に示すように、4サイクルエンジンであって、火花点火式で、且つ、燃焼室内に燃料を直接噴射する簡内噴射型内燃機関（簡内噴射エンジン）として構成される。

【0012】燃焼室1には、吸気通路2および排気通路3が連通するように接続されており、吸気通路2と燃焼室1とは吸気弁4によって連通制御されるとともに、排気通路3と燃焼室1とは排気弁5によって連通制御されるようになっている。また、吸気通路2には、図示しないエアクリーナ及びスロットル弁が設けられており、排気通路3には、排気浄化装置6および図示しないマフラ（消音器）が設けられている。

【0013】また、燃焼室1の上部中央には点火プラグ7が設けられ、燃焼室1の上部側縁にはインジェクタ8が設けられている。このインジェクタ（燃料噴射弁）8は、その開口を燃焼室1に臨ませるように配置されている。このような構成により、図示しないスロットル弁の開度に応じ吸入された空気は、吸気弁4の開放により燃焼室1内に吸入され、電子制御ユニット（ECU）20からの信号に基づいてインジェクタ8から直接噴射された燃料と混合される。そして、点火プラグ7の適宜のタイミングでの点火により燃焼せしめられて、エンジントルクを発生させた後、燃焼室1内から排出ガスとして排気通路3へ排出され、排気浄化装置6で排出ガス中の $\text{CO}$ 、 $\text{HC}$ 、 $\text{NO}_x$ の3つの有害成分を浄化されてから、マフラで消音されて大気側へ脱離されるようになっている。

【0014】この排気浄化装置6は、吸蔵型 $\text{NO}_x$ 触媒（以下、単に $\text{NO}_x$ 触媒という）6Aと三元触媒6Bとを組み合わせたものになっている。つまり、空燃比がリーンの場合は、排ガス中には $\text{CO}$ 、 $\text{HC}$ はほとんど含まれない一方で $\text{NO}_x$ 濃度は急増するが、この $\text{NO}_x$ を、酸化昇回気（即ち、酸素過剰昇回気）で機能する $\text{NO}_x$ 触媒6Aにより吸蔵し、理論空燃比以下では三元触媒6Bの三元機能により排出ガス中の $\text{CO}$ 、 $\text{HC}$ 、 $\text{NO}_x$ を浄化するようになっているのである。

【0015】ところで、 $\text{NO}_x$ 触媒6Aは、 $\text{NO}_x$ を吸

蔵し続けているとやがて飽和状態に達し、吸蔵しきれなくなった $\text{NO}_x$ は大気中に放出されてしまうことになる。そこで、 $\text{NO}_x$ 触媒6Aが飽和状態に達したときは、吸蔵された $\text{NO}_x$ を一度放出してやる必要があるが、この $\text{NO}_x$ の放出は、 $\text{NO}_x$ 触媒6Aの周囲昇回気を還元昇回気（即ち、酸素不足状態）とすることで吸蔵されている $\text{NO}_x$ を $\text{NO}_2$ として脱蔵し、さらに、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ （還元剤）の供給により $\text{NO}_2$ を還元して $\text{N}_2$ として排出することにより行なうようになっている。

【0016】ここで、本希薄燃焼内燃機関における $\text{NO}_x$ 触媒6Aからの $\text{NO}_x$ の放出について、さらに詳しく説明する。本希薄燃焼内燃機関のような簡内噴射エンジンでは、燃料噴射の態様として、上述の層状超リーン燃焼によるリーン運転を実現し燃費を向上させるために圧縮行程中で燃料噴射を行なう後期噴射モードと、予混合燃焼によるリーン運転を実現し、増加運に還元をを得るために吸気行程中に燃料噴射を行なう前期噴射モードと、予混合燃焼によるストイキオ運転を実現し、前期噴射モードより出力を向上させるために吸気行程中に燃料噴射を行なうストイキオモードと、予混合燃焼によるリッチ運転を実現し、ストイキオ運転モードより出力を向上させるエンリッチモードとが設けられており、エンジンの運転状態に応じて切り換えられるようになっている。

【0017】そして、前述のような各リーン運転のもとでは、 $\text{NO}_x$ 触媒6Aの周囲は酸化昇回気になっているので、 $\text{NO}_x$ 触媒6Aには希薄燃焼により生じた $\text{NO}_x$ が吸蔵されていくが、こうして吸蔵された $\text{NO}_x$ は還元昇回気下で放出、分解されるので、 $\text{NO}_x$ 触媒6Aに吸蔵された $\text{NO}_x$ を放出するために、排気通路を還元昇回気にする昇回気調整手段23がそなえられている。この昇回気調整手段23は、燃料噴射制御を利用して還元昇回気をつくるようになっている。

【0018】つまり、本実施形態にかかる希薄燃焼内燃機関のECU20には、図1の機能ブロック図に示すように、モード選択手段24と燃料噴射制御手段25とが設けられている。モード選択手段24では、エンジン回転数 $n_e$ 及び平均有効圧力 $P_e$ に応じ上述のよう各モードの中から一つを選択するようになっている。

【0019】また、燃料噴射制御手段25には、エンジン出力を得るための通常の燃焼を行なうべく燃料を噴射する通常燃料噴射制御手段26と、還元昇回気をつくるための追加燃料噴射制御手段27とが備えられている。通常燃料噴射制御手段26は、モード選択手段24で設定されたモードに応じた燃料噴射制御マップを選択して、この選択した燃料噴射制御マップを用いて、エンジン回転数 $n_e$ 及び平均有効圧力 $P_e$ に応じて、通常の燃焼を行なうための燃料噴射量及び噴射時期（即ち、燃料噴射終了時期及び燃料噴射開始時期）を設定する。

【0020】なお、エンジン回転数 $n_e$ にはエンジン回

転数センサ13の検出情報(又は、演算情報)が用いられ、平均有効圧力 $P_0$ は、有効圧力演算手段28の演算情報が用いられる。この有効圧力演算手段28では、エンジン回転数 $N$ およびアクセルポジションセンサ(APS)14で検出されたアクセル開度 $\theta$ の各情報が平均有効圧力 $P_0$ を算出する。

【0021】追加燃料噴射制御手段27は、NOx触媒6Aの復活及び再生のために行う燃料噴射を制御するものである。この追加燃料噴射は、排ガス中のHC、COの確保やエンジンの出力トルクへの影響を考慮して各気筒の膨張行程内(できれば膨張行程でも末期に近いタイミングが好ましい)に追加燃料噴射を行なうようにしている。

【0022】なお、NOx触媒6Aの復活とは、NOx触媒6Aに吸蔵されたNOxを放出させることで、NOx触媒6AのNOx吸蔵性能を確保するための処理であり(この処理を復活制御という)、また、NOx触媒6Aの再生とは、NOx触媒6Aに吸蔵されたSOxを放出させることで、NOx触媒6AがSOxを吸蔵したことにより低下(劣化)したNOx吸蔵性能を再び向上させるための処理である(この処理を再生制御という)。

【0023】したがって、追加燃料噴射制御手段27の制御により行なわれる追加燃料噴射は、NOx触媒6Aの復活のための追加燃料噴射(これを、復活用追加燃料噴射という)と、NOx触媒6Aの再生のための追加燃料噴射(これを、再生用追加燃料噴射という)とがある。詳細は後述するが、復活用追加燃料噴射では、この追加燃料噴射によりNOx触媒6Aの周囲を酸素濃度の低下した状態、即ち、還元雰囲気にしてNOx触媒6AからのNOx放出を促し、再生用追加燃料噴射では、この追加燃料噴射によりNOx触媒6Aの周囲を所定温度以上の高温で且つ酸素濃度の低下した状態、即ち、還元雰囲気にしてNOx触媒6AからのSOx放出を促すようになっている。

【0024】なお、NOx触媒6Aの再生及び復活のために触媒周囲雰囲気還元雰囲気にする方法としては、追加燃料噴射は用いず、通常燃料噴射において空燃比をリッチ化するという方法でもよい。また、NOx触媒6Aの再生のために触媒周囲雰囲気を所定温度以上の高温とする方法としては、通常燃料噴射において点火時期を遅角する方法でもよい。

【0025】雰囲気調整手段273は、このような追加燃料噴射によりNOx触媒6Aの周囲を還元雰囲気(酸素濃度の低下した状態)とする機能であり、追加燃料噴射制御手段27と、この追加燃料噴射制御手段27の制御により指示しないインジェクタドライバを通じて駆動された追加燃料噴射を行なうインジェクタ(燃料噴射弁)8とから構成されている。

【0026】ところで、復活用追加燃料噴射は復活制御判定手段21の判定に基づいて行なわれ、再生用追加

燃料噴射は劣化判定手段としての再生制御判定手段22の判定に基づいて行なわれるようになっている。復活制御判定手段21は、復活制御を行なう必要があるか否かを判定すべく、吸気リーンモードや圧縮リーンモード等のリーンモードでの運転が所定時間(例えば、約60秒)行なわれたか否かを判定するものである。このため、復活制御判定手段21には、タイマ72のカウント値が読み込まれるようになっている。

【0027】そして、この復活制御判定手段21によって、リーンモードでの運転が所定時間(例えば、約60秒)行なわれたと判定された場合は、復活制御を行なう必要があると判定し、復活用追加燃料噴射に関する制御信号を追加燃料噴射制御手段27に出力するようになっている。再生制御判定手段(劣化判定手段)22は、再生制御を行なう必要があるか否かを判定すべく、NOx触媒6Aの劣化を判定するものである。この劣化判定の詳細は後述するが、この再生制御判定手段(劣化判定手段)22によって、NOx触媒が劣化していると判定された場合には、再生制御を行なう必要があるため、再生用追加燃料噴射に関する制御信号を追加燃料噴射制御手段27に出力するようになっている。

【0028】ところで、上述の復活制御を行なうのは、吸気リーンモードや圧縮リーンモード等のリーンモードでの運転が行なわれると、NOx触媒6Aの近傍は酸素過剰雰囲気となり、NOx吸蔵反応が進むため、これらのリーンモードが所定時間(例えば約60秒)以上行なわれると、NOx触媒6Aに多量のNOxが吸蔵されて、NOx触媒6AによるNOx浄化効率が徐々に低下することになるからである。

【0029】そこで、復活制御では、復活制御判定手段21によりリーンモードが所定時間(例えば約60秒)以上行なわれたと判定されると、NOx触媒6Aの近傍が酸素濃度の低下した還元雰囲気となるように追加燃料噴射を行なうが、この追加燃料噴射では、空燃比が理論空燃比よりもやや小さく(例えば約1.3)なるように、短時間(例えば約2秒間)だけ燃料噴射を行なうことで、排気通路内を還元雰囲気とする。

【0030】また、上述の再生制御を行なうのは、所定時間(例えば、約60秒)毎にNOx触媒6Aの復活制御を行なったとしても、NOx触媒6Aの近傍が酸素過剰雰囲気となると、NOx触媒6Aには、例えばSOxも徐々に吸蔵されていき、NOx触媒6Aの近傍の酸素濃度が低下して排気空燃比が還元雰囲気になっても、このSOxはNOx触媒6Aに吸蔵されたままとなってしまうため、SOxの吸蔵分だけNOx触媒6AによるNOxの浄化能力が低下(S波蓄)するなど、復活制御では除去できない劣化要因が生じるからである。

【0031】そこで、再生制御では、再生制御判定手段(劣化判定手段)22により、NOx触媒6Aが劣化したと判定されると、NOx触媒6Aの近傍を酸素濃度

が低下した雰囲気（例えば、 $A/F \approx 12$ ）とし、かつ、所定温度（例えば、約  $600^{\circ}\text{C}$ ）以上となるように、所定時間（例えば、約 3 分）追加燃料噴射を行うようにしている。

【0032】ところで、劣化判定手段 22 では、 $\text{NOx}$  センサ 10、 $\text{NOx}$  触媒温度センサ（高温センサ）11、エンジン回転数センサ 13、有効圧力演算手段 28 からの情報に基づいて、上述の復活制御のための追加燃料噴射を行なっている期間に得られる  $\text{NOx}$  濃度  $\alpha$  を評価しながら、 $\text{NOx}$  触媒 6A の劣化を判定するようにしている。

【0033】つまり、図 3 に示すように、復活用の追加燃料噴射の開始信号が入力されると（時点  $t_0$ ）、劣化判定手段 22 では、タイマ 12 のカウントを開始して、復活制御信号の入力（時点  $t_0$ ）から所定時間  $tt_{01}$  経過した時点（時点  $t_1$ ）から、 $\text{NOx}$  センサ 10 から入力される  $\text{NOx}$  濃度  $\alpha$  を所定の周期でサンプリングしていく。そして、サンプリング開始（時点  $t_1$ ）から時間  $tt_1$  経過した時点（時点  $t_2$ ）でサンプリングを終了し、サンプリングした各  $\text{NOx}$  濃度の平均値  $\beta$  を算出する。

【0034】ただし、この平均値  $\beta$  はサンプリングした各  $\text{NOx}$  濃度を平均するとともに、 $\text{NOx}$  触媒 6A から放出される  $\text{NOx}$  量をより正確に推定するために適宜の補正が施されている。つまり、 $\text{NOx}$  センサ 10 が検出する  $\text{NOx}$  濃度  $\alpha$  は、 $\text{NOx}$  触媒 6A から放出される  $\text{NOx}$  濃度とともに、復活制御中にエンジン本体から排出される  $\text{NOx}$  濃度  $\alpha_0$  をも含んでいるので、後者の  $\text{NOx}$  濃度  $\alpha_0$  をあらかじめ計測しておき、サンプリングした各  $\text{NOx}$  濃度の平均から除算するようになっている。

【0035】また、 $\text{NOx}$  センサ 10 自体の個体バツキ、経時変化を補正するために、あらかじめ  $\text{NOx}$  濃度が明らかな運転領域において  $\text{NOx}$  センサ出力値と  $\text{NOx}$  濃度との差、即ち、補正量を求め、サンプリングした各  $\text{NOx}$  濃度の平均値から除算するようにもなっている。このように適宜の補正を施すことにより、 $\text{NOx}$  触媒 6A から放出される  $\text{NOx}$  のみの濃度の平均値  $\beta$  を算出するようになっているのである。

【0036】この平均値  $\beta$  は、触媒復活のための  $\text{NOx}$  放出処理において  $\text{NOx}$  触媒 6A から放出される  $\text{NOx}$  濃度の評価値であり、この平均値  $\beta$  が小さいほど、 $\text{NOx}$  触媒 6A から放出される  $\text{NOx}$  量も少ない、即ち、 $\text{NOx}$  触媒 6A に吸蔵された  $\text{SOx}$  量が多いと推定される。そこで、この平均値（以下、評価値という） $\beta$  を予め設定された判定基準値  $\beta_0$  と比較して、 $\beta \leq \beta_0$  ならば劣化していると判定することができる。

【0037】なお、上述の時間  $t_{01}$  は、 $\text{NOx}$  濃度  $\alpha$  が安定状態になるまでの時間であり、時間  $tt_1$  は  $\text{NOx}$  触媒 6A から放出される  $\text{NOx}$  の濃度を正確に評価するために十分なサンプリング数を取れる時間とする。また、判定基準値  $\beta_0$  は、劣化判定手段 22 に予め記憶されて

いる。ところで、このような復活制御中の  $\text{NOx}$  濃度の評価を適正に行なうためには、種々の条件が必要になる。そこで、劣化判定手段 22 では、 $\text{NOx}$  濃度の評価を含めて、各種条件が成立したときに  $\text{NOx}$  触媒 6A が劣化していると判定するようになっている。

【0038】つまり、劣化判定手段 22 では、以下の条件が全て成立した時、 $\text{NOx}$  触媒 6A が劣化していると判定する。まず、第 1 条件は、有効圧力演算手段 24 から入力される有効圧力  $P_e$  と、回転数センサ 15 から入力されるエンジン回転数  $N_e$  とが、 $\text{NOx}$  放出のための追加燃料噴射制御処理中の所定時間  $tt_c$ （前述のサンプリング時間  $tt_1$  以上）の間、ほぼ一定である（即ち、有効圧力  $P_e$  の変動が所定値以内で且つエンジン回転数  $N_e$  の変動幅が所定値以内に収まっている）ことである。

【0039】前述のように、 $\text{NOx}$  触媒 6A から放出される  $\text{NOx}$  の濃度  $\alpha$  を正確に評価するため、 $\text{NOx}$  濃度  $\alpha$  の十分なサンプルをとる必要があるが、 $\text{NOx}$  濃度  $\alpha$  はエンジンの負荷状態や回転数状態により変化するため、 $\text{NOx}$  濃度  $\alpha$  を評価するためには、少なくともサンプリング時間  $tt_1$  中はエンジンの負荷状態や回転数状態が一定であることが必要となる。本実施形態では、このエンジンの負荷状態として有効圧力  $P_e$  を用いており、これらの有効圧力  $P_e$  やエンジン回転数  $N_e$  がほぼ一定（即ち、各変動幅がそれぞれ所定値以内）であることを前提条件としているのである。

【0040】次に、第 2 条件は、評価値  $\beta$  が判定基準値  $\beta_0$  以下であることである。つまり、 $\text{NOx}$  触媒 6A が劣化していれば、 $\text{NOx}$  を十分な量貯蔵することができないため、評価値（復活制御時の  $\text{NOx}$  濃度平均値） $\beta$  が判定基準値  $\beta_0$  以下に低下するはずである。このため、評価値  $\beta$  が判定基準値  $\beta_0$  以下であることを劣化条件としているのである。

【0041】第 3 条件は、高温センサ 11 で検出される触媒温度  $\theta_{c1}$  が  $\text{NOx}$  触媒 6A が有効に機能する所定温度範囲内であることである。 $\text{NOx}$  触媒 6A が有効に機能していることを確認するためである。また、第 4 条件は、高温センサ 11 が正常であることであり、第 5 条件は、 $\text{NOx}$  センサ 10 が正常であることである。

【0042】そして、第 6 条件は、上記の第 1 条件から第 5 条件までが、所定回数  $n$  以上連続して成立することである。これは、偶然に第 2 条件が成立した場合の誤判定を防止し、無駄な追加燃料噴射による燃費悪化や出力トルクの変動によるドライバの違和感を防止するためである。以上の第 1 条件から第 6 条件までが全て成立した時、劣化判定手段 22 は、 $\text{NOx}$  触媒 6A が劣化していると判定するのである。そして、劣化判定手段 22 は、 $\text{NOx}$  触媒 6A に吸蔵された  $\text{SOx}$  等を放出し、 $\text{NOx}$  触媒 6A の  $\text{NOx}$  吸蔵能力の回復、即ち、 $\text{NOx}$  触媒 6A の再生処理をするべく、追加燃料噴射制御手段 27 に信号（再生処理用追加燃料噴射信号）を送るよう

なっている。

【0043】本発明の一実施形態にかかる希薄燃焼内燃機関は、上述のように構成されているので、例えば図4のフローチャートに示すようにしてNOx 触媒6Aの劣化判定と劣化時の再生処理が行なわれる。まず、復活制御用判定手段21では、リーンモードによる運転時間をタイマ12のカウント情報から求め、このリーン運転時間が所定時間（例えば60秒）に達したとき、NOx 触媒6AからNOxの放出が必要と判定する。追加燃料噴射制御手段27では、この判定に基づきNOx 触媒6AからNOxを放出させるための追加燃料噴射制御を行う（以上、ステップS10）。

【0044】この追加燃料噴射制御によるインジェクタ8からの追加燃料噴射は所定時間（例えば2秒程度）継続して行なわれるが、劣化判定手段22では、追加燃料噴射中の所定時間 $t_{ca}$ 、有効圧力演算手段28から入力される有効圧力 $P_e$ と、回転数センサ13から入力されるエンジン回転数 $N_e$ とがほぼ一定であるかどうかを判定する（第1条件、ステップS20）。

【0045】ステップS20において、所定時間 $t_{ca}$ 、燃焼圧力 $P_e$ とエンジン回転数 $N_e$ とがほぼ一定であった場合は、さらに、劣化判定手段22では、追加燃料噴射の開始から所定時間 $t_{ca}$ 経過した時点から、所定時間 $t_{ca}$ の間NOx センサ10から入力されるNOx 濃度 $\alpha$ を所定の周りでサンプリングしていく。この結果、サンプリングしたNOx 濃度 $\alpha$ の平均値 $\beta$ を算出し、この平均値（評価値） $\beta$ を判定基準値 $\beta_0$ と比較する。判定基準値 $\beta_0$ は、有効圧力 $P_e$ とエンジン回転数 $N_e$ とに対応するように、予め記憶している対応マップに照らし合わせることににより設定する（第2条件、以上、ステップS30）。

【0046】評価値 $\beta$ が判定基準値 $\beta_0$ 以下になったとき、NOx 触媒6Aが基準値を超えて劣化していると判定することが可能になるが、劣化判定手段22は、この判定が正しいかどうかステップS40～ステップS80の処理において確認を行なう。まず、ステップS40では、高温センサ11で検出される触媒温度 $\theta_{cc}$ がNOx 触媒6Aが有効に機能する所定温度範囲内であるか否かを判定する（第3条件）。

【0047】ステップS50では、高温センサ11が正常であるか否か判定し（第4条件）、さらに、ステップS60では、NOx センサ10が正常であるか否か判定する（第5条件）。ステップS40～ステップS60のどの条件も成立した時、条件成立回数 $n$ に1を加算し（ステップS70）、この条件成立回数 $n$ が所定回数 $n_0$ に達したか否かを判定する（第6条件、ステップS80）。

【0048】そして、条件成立回数 $n$ が所定回数 $n_0$ に達したとき、即ち、所定回数 $n_0$ だけ連続して条件1～6が成立したとき、劣化判定手段22では、NOx 触媒

6Aが真に基準値を超えて劣化していると判断し、NOx 触媒6Aに吸蔵されたSOx等を放出するための追加燃料噴射が必要と判定する。追加燃料噴射制御手段27では、劣化判定手段22の判定に基づきNOx 触媒6AからSOx等を放出させるための追加燃料噴射制御を行い、インジェクタ8より、所定の時間、SOx等放出のための追加燃料噴射が行なわれる。

【0049】このSOx等放出のための追加燃料噴射は、復活制御時と同様、通常の燃焼のための燃料噴射とは別個の追加燃料の噴射であるが、復活制御時よりもさらにNOx 触媒6Aの近傍を触媒温度が低下したリッチ雰囲気（例えば、 $\lambda/F \approx 12$ ）とし、かつ、所定温度（例えば、約600℃）以上となるように、所定時間（例えば、約3分）追加燃料噴射が行なわれる。これにより、NOx 触媒6AからSOx等を放出し、NOx 触媒6Aの再生処理を行うのである（以上、ステップS90）。

【0050】NOx 触媒6Aの再生処理が完了した後は条件成立回数 $n$ を0にリセットし（ステップS100）、次のNOx 触媒6Aの再生処理に備える。なお、ステップS80において、条件成立回数 $n$ が所定回数 $n_0$ に達しなかった場合は、条件成立回数 $n$ を保持したままステップS10に戻り、次のNOx 放出用の追加燃料噴射が行なわれるのを待って、再びステップS20～ステップS60までの条件が成立するか否かを判定する。

【0051】また、ステップS20～ステップS60において、各条件が成立しなかった場合は、まだ、NOx 触媒6Aの再生処理を行なうほどSOx等が吸蔵されていないか、或いはセンサ10、11に異常があるものとして、条件成立回数 $n$ を0にリセットし（ステップS100）、再度、NOx 触媒6Aの再生処理を行なうかどうかの判定処理を行なう。

【0052】このように、本希薄燃焼内燃機関によれば、NOx 触媒の劣化状態を、追加燃料噴射による復活制御時のNOx 濃度の高低に基づいて判定しているが、この復活制御時のNOx 濃度の高低差は、リーン運転時のNOx 濃度の高低差に比べて差が大きいので、NOx 触媒の劣化状態を誤判定することなく正確に把握することができるとする利点がある。

【0053】これにより、NOxの大気中への放出量を確実に低減することができ、また、誤判定や判定基準の甘さに基づく無駄な追加燃料噴射による燃費の悪化を防止し、リーン運転領域の拡大による燃費の向上をはかることができるとする利点がある。なお、本実施形態では、復活制御時間中に劣化判定のためのNOx 濃度 $\alpha$ のサンプリングを行なっているが、この劣化判定のためのNOx 濃度 $\alpha$ のサンプリングを行なう場合は、復活制御時よりも追加燃料の噴射時間を長めに設定し、NOx 触媒6Aから放出されるNOxの濃度を正確に評価するた

めに十分なサンプリング数を取れるようにするようにしてもよい。

【0054】また、NOx 触媒 6A の劣化判定条件として、上述の第 1 条件～第 6 条件に以下の条件を第 7 条件として加えてもよい。つまり、前回の NOx 触媒 6A の再生処理以降のリーンモード時の燃料積算値が所定値 X 以上であることを第 7 条件とするのである。ただし、この所定値 X は、NOx 触媒のばらつき下限度に對し使用が想定される最もイオウ分が多い燃料を使用した場合に、NOx 触媒が劣化したと判定された時点でのリーンモードにおける燃料積算値である。

【0055】燃料積算値はインジェクタ 8 の駆動時間の積算値から算出することができ、ECU 20 によるモードの判定と組合せることにより、リーンモードでの燃料積算値を算出することができるのである。なお、NOx 触媒 6A の再生処理を行なった際には燃料積算値はリセットし、また、エンジン停止時にはバッテリーにより燃料積算値のバックアップを行なうようにする。

【0056】この第 7 条件の付加により、NOx 触媒 6A の劣化判定のさらなる精度向上が期待できる。さらに、上述の第 1 条件～第 7 条件に對し、以下の条件を OR 条件として加えてもよい。つまり、前回の NOx 触媒 6A の再生処理から、リーンモードで運転したときの燃料積算値が所定値 Y ( $Y \geq X$ ) 以上になったときには、上述の第 1 条件～第 7 条件の成立とは無関係に NOx 触媒 6A が劣化したと判定して NOx 触媒 6A の再生処理を行なうのである。ただし、この所定値 Y は、NOx 触媒のばらつき上限に對し使用が想定される最もイオウ分が少ない燃料を使用した場合に、NOx 触媒が劣化したと判定された時点でのリーンモードでの燃料積算値である。

【0057】この条件は、通常は上述の第 1 条件～第 7 条件の成立により NOx 触媒 6A の再生処理が行なわれるが、例えば、NOx センサ 10 や高温センサ 11 に異常が発生した場合は何時までも全ての条件が成立することがなく、NOx 触媒 6A の再生処理が行なわれず大気中に NOx を放出してしまうような事態を防止するためのものである。

【0058】つまり、上記条件を第 1 条件～第 7 条件に對し OR 条件として加えることにより、リーンモードで運転したときの燃料積算値が所定値 Y を越えたときには NOx 触媒 6A の再生処理が強制的に行なうようにしたものである。また、所定値 Y を上述のように設定することで、また、劣化していないにもかかわらず劣化判定してしまう不具合も回避される。

【0059】なお、NOx 触媒の中には酸化雰囲気だけでなく、ストイキオ雰囲気近傍でも微分 NOx を吸蔵するものがあるため、上述の燃料積算値は、リーンモードで運転したときの燃料積算値のみならず、ストイキオモードで運転したときの燃料積算値も加えたものにしても

よく、その際、ストイキオモードで運転したときの燃料積算値には所定の係数  $a$  ( $0 < a < 1$ ) を掛けるようにしてもよい。これにより、NOx 触媒 6A の劣化の度合いをより正確に判定することができるようになる。また、燃料積算値の代わりにも各モードでの走行距離に基づき NOx 触媒 6A の劣化の度合いを判定するようにしてもよい。

【0060】また、本実施形態では、判定基準値  $\beta_0$  を有効圧力 (負荷情報)  $P_e$ 、エンジン回転数  $N_e$  で定まるマップに基づいて設定しているが、所定走行距離以下の段階 (NOx 触媒 6A に SOx 等が吸蔵されていない状態) において劣化判定手段 22 で算出された評価値  $\beta$  に所定の劣化係数  $b$  ( $b < 1$ ) を掛けたものを判定基準値  $\beta_0$  とし、その時の有効圧力  $P_e$ 、エンジン回転数  $N_e$  とともに、別に設けた記憶手段に記憶するようにしてもよい。そして、上述の第 2 条件の成否判定の際には、入力される有効圧力  $P_e$ 、エンジン回転数  $N_e$  に對した判定基準値  $\beta_0$  を記憶手段から読み出し、評価値  $\beta$  と比較するようにしてもよい。

【0061】さらに、本実施形態では、復活制御用判定手段 21 は、リーン運転時間の積算値から復活判定 (NOx 吸蔵量の推定) をしているが、復活判定 (NOx 吸蔵量の推定) はこれに限られるものではなく、リーン運転時における NOx 濃度を NOx センサ 10 により検出し、検出した NOx 濃度の高さや上昇度合いに基づいて NOx 触媒 6A に吸蔵された NOx 量を推定するものとして構成してもよい。また、リーン運転時のインジェクタ駆動時間の積算値等に基づいて推定するものとして構成してもよい。

【0062】また、本実施形態では、NOx センサ 10 により排ガス中の NOx 濃度を検出し、検出した NOx 濃度に基づき NOx 触媒 6A の劣化判定を行なっているが、触媒によつては還元雰囲気や NOx 触媒から放出された NOx の一部が触媒上での反応により NH<sub>3</sub> となる場合がある。この NH<sub>3</sub> は元来 NOx 触媒に吸蔵されていた NOx が変化したものであるため、NH<sub>3</sub> 濃度も検出して劣化判定に利用することもできる。

【0063】その場合、NOx センサが NOx 濃度に加え NH<sub>3</sub> 濃度も検出するものである場合は、両者の合計として出力される NOx センサ出力値をもとに劣化判定を行なうようにしてもよい。逆に、NOx センサが NOx 濃度ののみを検出するものである場合は、新たに NH<sub>3</sub> センサを設けて排ガス中の NH<sub>3</sub> 濃度を検出し、NOx センサ出力値と NH<sub>3</sub> センサ出力値との双方により劣化判定を行なうようにしてもよい。また、NH<sub>3</sub> センサのみにより NOx 触媒 6A の劣化判定を行なうようにしてもよい。

【0064】そして、本実施形態では、希薄燃焼内燃機関のひとつである荷内噴射エンジンの場合について説明してきたが、本発明の希薄燃焼内燃機関はこの荷内噴射



エンジンに限られるものではなく、希薄燃焼可能な内燃機関であれば良い。

【0065】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の希薄燃焼内燃機関によれば、NOx 触媒の劣化判定を、吸蔵型NOx 触媒の周囲雰囲気が還元雰囲気になったときのNOx センサの出力値に基づいて判定しているが、この還元雰囲気におけるNOx センサ出力値の触媒劣化に応じた高低差は、希薄燃焼運転時におけるNOx センサ出力値の触媒劣化に応じた高低差に比べて差が大きいので、NOx 触媒の劣化状態を誤判定することなく正確に把握することができ、NOx の大気中への放出量を確実に低減するとともに、希薄運転領域の拡大による燃費の向上をはかることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる希薄燃焼内燃機関の追加燃料噴射制御の制御系の要部構成を模式的に示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態にかかる希薄燃焼内燃機関

の構成を示す模式図である。

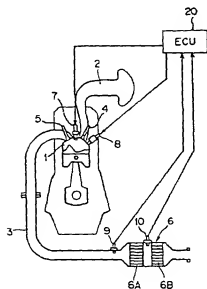
【図3】NOx 触媒の再生処理の開始判定にかかるNOx 濃度の検出タイミングを説明するための図である。

【図4】本発明の一実施形態にかかる希薄燃焼内燃機関のNOx 触媒の再生処理の流れを示すフローチャートである。

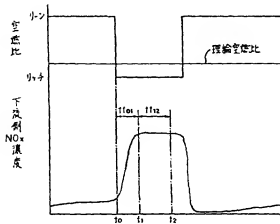
【符号の説明】

- 3 排気通路
- 6 排気浄化装置
- 6A NOx 触媒
- 6B 三元触媒
- 8 インジェクション（燃料噴射弁）
- 10 NOx センサ
- 20 ECU
- 21 復活制御用判定手段
- 22 再生制御用判定手段（劣化判定手段）
- 23 雰囲気調整手段
- 25 燃料噴射制御手段
- 27 追加燃料噴射制御手段

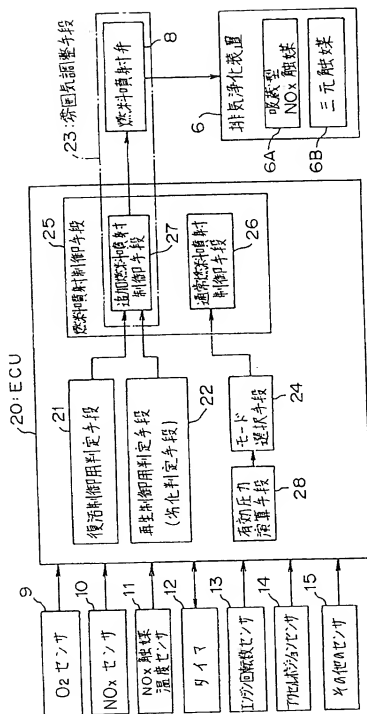
【図2】



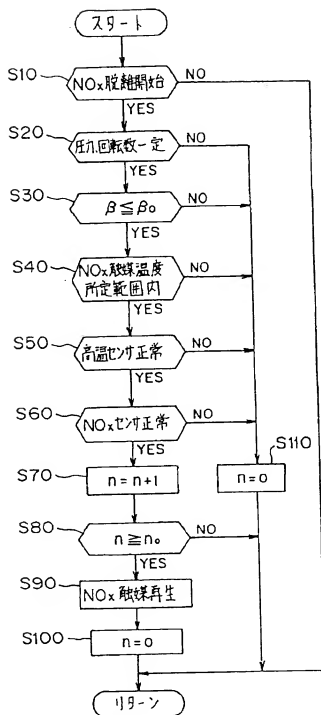
【図3】



〔図 1〕



【図4】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>5</sup>  
F02D 41/02識別記号  
301F I  
F02D 41/02

301A